

氏 名 松崎 達也

授与した学位 博士

専攻分野の名称 工学

学位授与番号 博甲第3875号

学位授与の日付 平成21年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科 地球・環境システム科学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 廃棄物最終処分場遮水層におけるベントナイト混合土の
直接的透水係数測定方法の研究と品質管理手法の提案

論文審査委員 教授 花村 哲也 教授 西垣 誠 教授 河原 長美

学位論文内容の要旨

廃棄物最終処分場において遮水粘土層としてベントナイト混合土遮水材(以下、**BMSL**と呼ぶ)を用いる場合、遮水層の施工においては **BMSL** の透水係数測定とシート及び **BMSL** の総合的品質管理が欠かせない。本論文では、直接的透水係数測定方法の開発と実用化の研究、および、シートと粘土層の総合的品質管理手法提案を行い、その成果をまとめた。

① 現場透水試験装置の開発と実用化研究

最終処分場建設工事における **BMSL** 施工において、遮水性能としての透水係数を測定することが重要課題となる。室内圧密三軸試験で透水係数を確認するには、時間がかかりすぎ、多くのサンプルを処理できず、広大な処分場の面的遮水性能確認が困難を極めていた。そのため従来は、**BMSL** の整形・転圧後、**RI** (ラジオアイソトープ) などを用いて現地で乾燥密度と含水比を求め、締固め相対密度 $Dr=90\%$ を下限値による品質管理規準を設定し、**BMSL** の室内圧密三軸試験結果より、透水係数、乾燥密度、含水比の関係を求めておき、この関係により現場透水係数を間接的に推定する方法を採用していた。さらに、それを補完する確認試験として、数量が極端に少ないが現地で不攪乱サンプリングを行い室内透水試験から透水係数を求めることや、原位置透水試験を行っていた。

本研究では、透水係数を直接的評価する方法を研究し、現場透水試験装置を開発し、実用化した成果をまとめた。本装置の特徴は、試験装置自体がサンプリングと測定ができる一体構造とし、試料のかく乱を抑える方法を採用し、さらに、測定速度を上げるために、高水頭の試験装置を開発した。求める透水係数の精度と実用性を確認するために、模型地盤を作製し、本装置にてサンプリングを行い透水係数を測定した結果と、同じ模型地盤より不攪乱試料を採取し、三軸圧密試験装置により透水係数を求め、本装置による透水試験結果とを比較した。同様に処分場施工現場で本装置による試験結果と三軸圧密試験結果を比較した。ほぼ同等の透水係数が得られたので、本装置による透水係数測定を基本測定方法として採用し、実施工で使用した。開発した現場透水試験装置を用いることにより、間接的な透水係数評価方法に比べ、直接的・平面的に広く多数の場所で透水係数を実施することができ、**BMSL** の面的な遮水性の品質確保が可能となった。

② 品質管理手法の提案

遮水層の施工においては遮水シート接合と **BMSL** 施工の品質管理が必要となる。遮水シート接合作業は、従来の接合作業と施工管理は、接合作業者の経験により、接合温度等が決めて、接合していたが、接合者の熟練度の違いに不具合や不均一な接合部分が発生し、接合不良を起こしていた。また、接合箇所の確認検査も加圧・負圧試験と目視試験のみを実施していたため、十分な検査ができず不良場所が発生していた。本研究では、接合作業施工前に接合サンプルを 704 点作製し、接合温度マニュアルを作成し、接合作業の均一性を高めた。また、接合箇所の判定基準と接合者の責任を明確にするために、遮水シート接合箇所に直接記入した。この手法を採用し管理した結果、遮水シートの不具合は 22 箇所(1.6 個/ha)であった。米国で過去シート破損調査研究実績から求めた施工判断の「極めて良好な施工管理」1~2 個/ha(極めて良好な施工管理)に匹敵する良好な結果であった。

BMSL の施工は、不具合発生時連絡体制を確立して、製造→盛立・転圧→測量→品質管理の各担当部門において発生する不具合を未然に洗い出し、不具合発生時に対してのネットワークシュミレーションを行い、連絡体制の強化と不具合発生時の対応のスピード化を図った。本研究で行なった①現場透水試験装置の開発と実用化研究と②品質管理手法の提案を最終処分場建設工事におけるに運用することにより最重要構造物の遮水工事に対して、より精度の高い品質管理が可能となった。

論文審査結果の要旨

本論文は、廃棄物最終処分場における透水係数測定のための簡易型透水試験の開発と総合的品質管理についてまとめたものである。前者は、遮水粘土層としてベントナイト混合土遮水材の透水係数測定に対して直接的に簡易に透水係数測定できる方法を開発し、現場で実際に適用し、室内三軸圧密透水試験とほぼ同様の精度が得られることを実証し、実用化した研究であり、後者は、シート及びベントナイト混合土の施工に対する総合的品質管理手法の提案を行い、その成果をまとめたものである。

簡易型現場透水試験装置の開発と実用化研究においては、ベントナイト混合土の遮水性能を確認するために行う透水係数測定に対して、従来法では締め固め密度と含水比から間接的に透水係数を推定し室内三軸圧密透水試験で確認していたが、室内三軸圧密透水試験が時間が掛かりすぎ、多数地点の透水係数検証ができなかった点を、新たに開発した簡易型現場透水試験装置を用いることにより、飛躍的に検証点数を増やし、かつ精度も十分室内三軸圧密透水試験に匹敵することを実証している。試験装置自体がサンプリングと測定ができる一体構造とし、試料のかく乱を抑える方法を採用し、さらに、測定速度を上げるために、高水頭の試験装置を開発し、かつ精度を維持する方法を開発したことや、模型地盤より不攪乱試料を採取し、三軸圧密試験装置により透水係数を求め結果とを比較したことや、実施工で直接的、平面的に広く多数の場所で透水係数を実施し、かつ、室内三軸圧密透水試験結果と比較しその精度を確認したことは、今後の処分場粘土層の遮水性確認方法として著しく貢献するものと期待できる。

また、遮水層の施工における遮水シート接合とベントナイト混合土施工に対する新しい品質管理手法の提案は、シート溶着技術や粘土層の撒き出し、転圧についてマニュアル化し、不具合の発生を少なくしている。また、発注者、施工者、住民が一体となって見守る体制を確立しており、住民参画型技術展開の良い見本となっている点が評価できる。

以上の点から、本研究は学位研究に値すると評価できる。